



Resultados y valoración del uso de una GUI pre-programada como herramienta de refuerzo y autoaprendizaje en el ámbito del cálculo del equilibrio entre fases



Reyes-Labarta, Juan Antonio^{1*}; Molina-Palacios, Sergio²; Gómez-Doménech, Igor^{2,3}; Olaya, M.M.¹; Marcilla, A.¹

¹*Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Alicante, Apdo. 99, Alicante (España): e-mail: ja.reyes@ua.es*

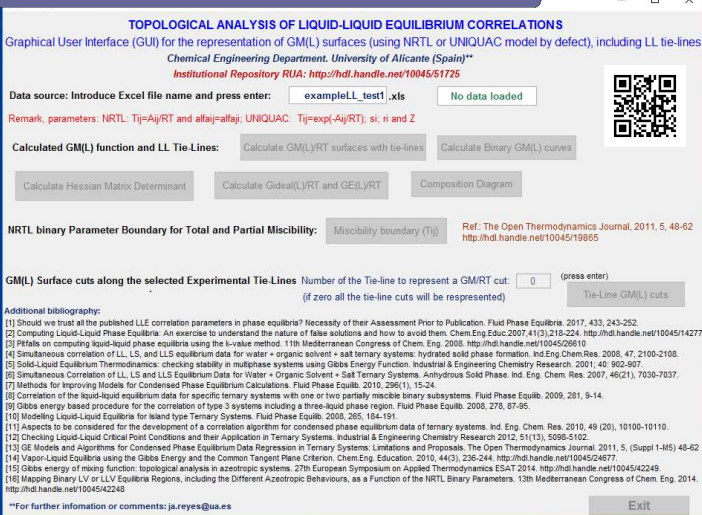
²*Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante*

³*Departamento de Física de la Tierra y Termodinámica. Universidad de Valencia*

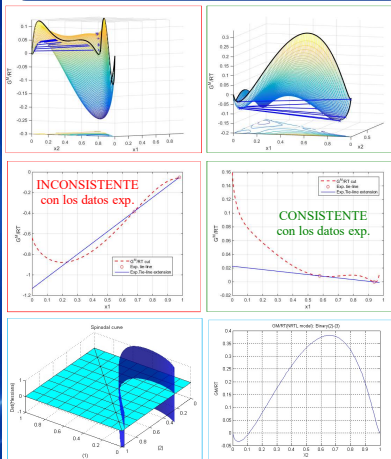
Introducción

En el curso 2015/16 en el marco de la convocatoria de Redes en Investigación en Docencia Universitaria (ICE-UA) y siguiendo la línea de trabajos previos relacionados con el uso docente de las TIC (Marcilla et al. 2006), se elaboró una GUI (Graphical User Interface) en MatLab como herramienta gráfica de fácil uso y con el objetivo de consolidar, inicialmente en estudios de Química e Ingeniería Química, los aspectos fundamentales del cálculo del equilibrio entre fases líquidas y el uso de modelos termodinámicos para la correlación y predicción de datos de equilibrio (Reyes-Labarta et al. 2015 y 2016). La necesidad de reforzar la asimilación de estos conocimientos nace en las dificultades intrínsecas que tiene el cálculo del equilibrio entre fases, tanto desde el punto de vista matemático como de visualización de los conceptos implicados. Este hecho provoca incluso que se puedan encontrar en revistas científicas de reconocido prestigio, artículos de investigación con parámetros termodinámicos que no son coherentes con el comportamiento experimental del sistema en estudio (Marcilla et al. 2008, 2015 y 2017; Reyes-Labarta et al., 2009). Como elemento formativo adicional, tanto la GUI desarrollada como todo el material de apoyo: introducción teórica, guía rápida de usuario, etc. se realizó en inglés para consolidar igualmente la nomenclatura anglosajona específica en esta área. Así, en el presente trabajo se muestra el detalle de la encuesta anónima realizada, así como un análisis de la valoración obtenida por parte del alumnado en lo referente a la utilidad del material desarrollado (relevancia e interés), puntos fuertes y débiles, facilidad de uso, estética, etc. Para favorecer la difusión de dicho material y la elaboración de la correspondiente encuesta anónima, se ha utilizado la red social Facebook, como plataforma de divulgación con el objeto de motivar la participación del alumnado en un entorno de uso habitual por su parte, y la herramienta google formularios que permite la creación y difusión de las encuestas de una forma muy sencilla. En la evaluación de la GUI desarrollada se han considerado aspectos pedagógicos, contenido y facilidad de uso, técnicos y estéticos, funcionales y de utilidad. Además, también se ha incluido una pregunta con respuesta abierta que permite que el alumnado pueda expresar con libertad su opinión sobre diferentes aspectos del material o incluso propuestas de mejora. La encuesta se ha realizado principalmente entre los alumnos y alumnas de grado y master, aunque también se han incluido algunos alumnos de doctorado y otros docentes que han colaborado voluntariamente.

Pantalla de inicio de la GUI desarrollada



Ejemplo de casos de estudio Función de Gibbs de mezcla (3D) y cortes siguiendo una recta de reparto LL

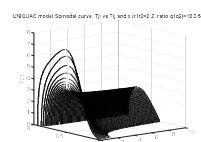


Resultados

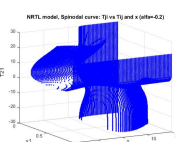
Los resultados obtenidos resaltan a todos los niveles que el alumnado reconoce la relevancia de la materia seleccionada en el ámbito de la Ingeniería Química como caso de estudio para la aplicación de las TIC como herramientas docentes, así como la buena predisposición que los alumnos presentan al uso de este tipo de herramientas. El alumnado de forma general (75%) indica que, a pesar de conocer la dificultad y problemática del equilibrio entre fases, no era del todo consciente de las implicaciones prácticas en el contexto de la Ingeniería Química y el correcto diseño y dimensionado de los equipos industriales. Tras utilizar la GUI, el 67% de los encuestados indican que ha mejorado sensiblemente su grado de comprensión tanto de las condiciones de equilibrio como del significado de la energía de Gibbs de mezcla y la complejidad matemática intrínseca del cálculo del equilibrio entre fases. Destacar que alrededor de un 20% de los encuestados indican que no creían que artículos de investigación publicados pudieran contener errores de cálculo (especialmente los alumnos de grado, pero no sólo ellos). En relación a la utilidad de la GUI desarrollada como herramienta para la consolidación de los conceptos teóricos, el 82% de los participantes la considera bastante o muy útil, y el 100% la recomendaría como recurso didáctico en sesiones prácticas presenciales y como herramienta de autoaprendizaje y/o futura consulta. Igualmente, el 100% de los encuestados valoran muy positivamente el uso de las TIC como herramientas de apoyo docente, así como la utilidad y potencia de programas tipo MatLab® o sus equivalentes para el tratamiento y análisis de datos. Respecto a aspectos técnicos, todos los encuestados muestran un elevado grado de satisfacción con el formato de la aplicación y su contenido. Igualmente se han obtenido las valoraciones máximas respecto a la facilidad de instalación y uso. Finalmente, los aspectos estéticos han recibido una puntuación media de 4.3 sobre 5, y no se ha recibido ninguna respuesta en la pregunta abierta sobre posibles aspectos de mejora.

Conclusiones y Futuras mejoras

Dados los resultados favorables obtenidos, como futuro trabajo se plantea: 1) el desarrollo de GUI equivalentes para el estudio detallado del efecto de los parámetros termodinámicos a través del correspondiente análisis de sensibilidad utilizando, por ejemplo, modelos de uso habitual como son el modelo NRTL y UNIQUAC, 2) el análisis del equilibrio líquido-vapor en sus diferentes variantes incluyendo tanto el análisis topológico de las superficie de Energía de Gibbs como la posible existencia de fronteras de destilación a través de diagramas de curvas de residuo y trayectorias de destilación, mapas de volatilidades relativas, etc. De forma adicional también se plantea desarrollar todo este material en software libre y gratuito (como por ejemplo Python) de forma que su uso como herramienta continua de aprendizaje no esté sujeta al pago de una licencia. En este sentido se considera que la extensión de la GUI propuesta a un mayor número de modelos termodinámicos y en software libre también podría conformar un trabajo de fin de master en el ámbito de la Ingeniería Química. Actualmente se están desarrollando TFM's relacionados con la problemática del cálculo y correlación del equilibrio entre fases analizando p.ej. las limitaciones o dificultades del uso de simuladores comerciales tipo Aspen Plus, las limitaciones intrínsecas de los modelos termodinámicos clásicos, la necesidad de analizar el efecto de la temperatura sobre los parámetros, etc.



Análisis de sensibilidad del efecto sobre el equilibrio LL de los parámetros de interacción binaria



Representación de la energía de mezcla de Gibbs para ambas fases de una recta de equilibrio LV

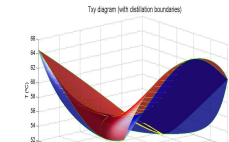
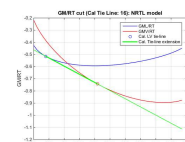
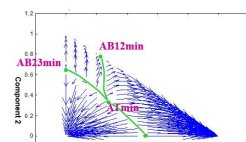
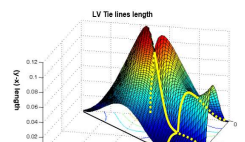


Diagrama Txy de un sistema con 4 fronteras de destilación



Mapa de trayectorias de destilación



Superficie de tamaño de rectas de reparto.

English version



Spanish version



Facebook



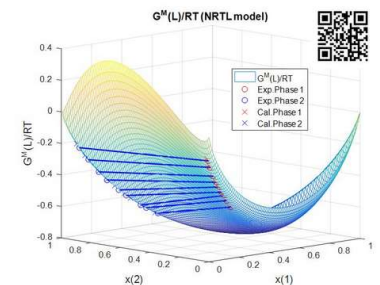
Encuesta (Google Forms)

Uso de una GUI pre-programada como herramienta de refuerzo y autoaprendizaje: Análisis de Consistencia Termodinámica

Encuesta para valorar tanto aspectos pedagógicos, como aspectos de funcionalidad y utilidad y/o los aspectos técnicos y estéticos, de la GUI desarrollada (RUA: <http://hdl.handle.net/10045/51725>)

*Obligatorio

Superficie de Energía de Gibbs de Mezcla con un equilibrio líquido-líquido



Selecciona tu área de conocimiento: *

- ☐ Ingeniería Química
☐ Química
☐ Otro:

Consideras relevante el cálculo del equilibrio entre fases en el ámbito de la ingeniería de los procesos químicos *

No, nada ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sí, es esencial

¿Cuál era el grado de comprensión de las condiciones de equilibrio LL, antes de utilizar la GUI? *

1 2 3 4 5
Nulo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Máximo

¿Cuál es el grado de comprensión de las condiciones de equilibrio LL, después de utilizar la GUI? *

1 2 3 4 5
Nulo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Máximo

¿Cuál era el grado de comprensión sobre la relación existente entre la energía de mezcla de Gibbs y la actividad de una fase, antes de utilizar la GUI? *

1 2 3 4 5
Nulo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Máximo

¿Cuál es el grado de comprensión sobre la relación existente entre la energía de mezcla de Gibbs y la actividad de una fase, después de utilizar la GUI? *

1 2 3 4 5
Nulo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Máximo

¿Entendías la complejidad matemática del cálculo del equilibrio entre fases líquidas y que podía provocar la aparición de soluciones falsas, metaestables, incoherentes, etc.? (antes de utilizar la GUI) *

1 2 3 4 5
No, nada ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Sí, totalmente